

**Les terrasses de cryoplanation dans le nord du Yukon :  
distribution, genèse et âge**  
**Cryoplanation Terraces in Northern Canadian Rockies: Their  
Distribution, Genesis and Age**  
**Kryoplanationsterrassen im Norden von Yukon: Verteilung,  
Genese und Alter**

Bernard Lauriol et Louise Godbout

Volume 42, numéro 3, 1988

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032738ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032738ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Lauriol, B. & Godbout, L. (1988). Les terrasses de cryoplanation dans le nord du Yukon : distribution, genèse et âge. *Géographie physique et Quaternaire*, 42(3), 303–314. <https://doi.org/10.7202/032738ar>

Résumé de l'article

Les terrasses de cryoplanation sont une forme fréquente et caractéristique dans le nord du Yukon. Plus de 1000 ont été identifiées dans les dolomies, les calcaires, les argilites et les quartzites de cette région. Situées sur des versants, elles dominent toujours des pediments. Elles ne sont jamais présentes sur des versants façonnés par l'érosion fluviale. Lagélifraction, lagélifluxion et le ruissellement aréolaire associés à l'existence de plaques de neige résiduelles paraissent être les processus les plus aptes à les façonner. À côté de ces processus, la dissolution des roches carbonatées joue un rôle secondaire. Plusieurs terrasses semblent avoir une origine structurale, d'autres seraient des fragments de pediments. Les repères chronologiques ne sont pas nombreux pour reconstituer les étapes de la morphogénèse du paysage dans lequel s'est inscrite la mise en place des terrasses. Néanmoins, au sud des monts Keele, la datation de concrétions prélevées dans les cavernes permet d'avancer l'hypothèse que quelques terrasses pourraient être pré-sangamoniennes et peut-être plus vieilles que 1,2 Ma. Les terrasses sont actuellement inactives à l'exception de quelques-unes situées dans les monts Richardson.

# LES TERRASSES DE CRYOPLANATION DANS LE NORD DU YUKON: DISTRIBUTION, GENÈSE ET ÂGE

Bernard LAURIOL et Louise GODBOUT, Département de géographie et Centre géoscientifique Ottawa-Carleton, Université d'Ottawa, 165, rue Waller, Ottawa, Ontario K1N 6N5.

**RÉSUMÉ** Les terrasses de cryoplanation sont une forme fréquente et caractéristique dans le nord du Yukon. Plus de 1000 ont été identifiées dans les dolomies, les calcaires, les argilites et les quartzites de cette région. Situées sur des versants, elles dominent toujours des pédiments. Elles ne sont jamais présentes sur des versants façonnés par l'érosion fluviale. La gélifraction, la gélifluxion et le ruissellement aréolaire associés à l'existence de plaques de neige résiduelles paraissent être les processus les plus aptes à les façonner. À côté de ces processus, la dissolution des roches carbonatées joue un rôle secondaire. Plusieurs terrasses semblent avoir une origine structurale, d'autres seraient des fragments de pédiments. Les repères chronologiques ne sont pas nombreux pour reconstituer les étapes de la morphogénèse du paysage dans lequel s'est inscrite la mise en place des terrasses. Néanmoins, au sud des monts Keele, la datation de concrétions prélevées dans les cavernes permet d'avancer l'hypothèse que quelques terrasses pourraient être pré-sangamoniennes et peut-être plus vieilles que 1,2 Ma. Les terrasses sont actuellement inactives à l'exception de quelques-unes situées dans les monts Richardson.

**ABSTRACT** *Cryoplanation terraces in northern Canadian Rockies: their distribution, genesis and age.* More than 1000 cryoplanation terraces were identified in the higher mountains of the northern Yukon. Distribution of these landforms is strongly influenced by substrate geology. They occur only in dolomite, limestone, argillite and quartzite rocks. They are situated on slopes facing pediments, never on slopes of ravines. About 50% occur between 700-900 m of elevation, and nearly 40% are situated on northeast to southwest facing slopes. Gelifluction, slopewash, eluviation and frost shattering associated with snowpatches are the processes involved in enlarging the terraces. The dissolution of carbonate in limestone rocks can also be a process responsible for the shaping of terraces. Some terraces are structurally controlled, and others seem to be the remains of pediments. The age of the terraces is not well known but dating of speleothems from the Keele Range gives evidence that some terraces postdate the Sangamonian. Nearly all the visited terraces appear presently inactive, except in the Richardson Mountains.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Kryo-planationsterrassen im Norden von Yukon: Verteilung, Genese und Alter.* Die Kryo-planationsterrassen sind eine im Norden von Yukon häufig auftretende und charakteristische Form. Mehr als 1000 sind in den Dolomit-, Kalk-, Ton- und Quarz-Felsen dieses Gebiets identifiziert worden. Sie befinden sich an Abhängen und beherrschen immer die Pedimente. Man findet sie niemals an durch Fluss-Erosion geformten Abhängen. Frostsprengung, Frostfließen und Regenspülung scheinen sie gemeinsam mit restlichen Schneeflächen am wirksamsten geformt zu haben. Neben diesen Prozessen spielt die Auflösung der Karbonat-Felsen eine zweitrangige Rolle. Einige Terrassen scheinen strukturell bedingten Ursprungs zu sein, andere Fragmente von Pedimenten. Um die Etappen der Morphogenese der Landschaft, in der sich die Terrassen gebildet haben, zu rekonstruieren, gibt es nicht viele chronologische Anhaltspunkte. Im Süden der Keele-Berge jedoch erlaubt die Datierung von den Höhlen entnommenen Sinterungen die Hypothese, dass einige Terrassen prä-sangamonisch und vielleicht älter als 1,2 MA sein könnten. Die Terrassen sind ausser einigen in den Richardson-Bergen gelegenen gegenwärtig nicht aktiv.

## INTRODUCTION

Au nord du cercle polaire, dans le Yukon, les terrasses de cryoplanation sont fréquentes dans les monts Keele, Old Crow, British, Barn et au nord de la passe McDouglas dans les monts Richardson (fig. 1). Elles donnent à certains versants, et à certains plateaux, une allure d'escaliers géants.

Le but de cet article est de les décrire, de chercher les points communs à leur localisation, et de discuter de leur genèse et de leur âge. Bien qu'elles n'aient jamais été étudiées dans le nord du Yukon, leur présence a cependant été signalée par Wiken *et al.* (1981), Rampton (1982), Hughes (1972 et 1979) et French (1987). Comprendre leur distribution et leur origine, ainsi que connaître leur âge peut aider à une meilleure connaissance de l'environnement bérignien au cours du Quaternaire et peut-être de la fin du Tertiaire.

## MÉTHODOLOGIE

La morphologie des terrasses a été analysée à l'occasion de séjours sur le terrain en 1983, 1985 et 1987 dans les monts Keele et les montagnes dominant le bassin d'Old Crow. Les facteurs de leur distribution ont été déterminés au moyen de cartes et de photographies aériennes du ministère de l'Énergie des Mines et des Ressources à 1/60 000. Les cartes géologiques du projet Porcupine (Norris, 1974, 1977a, b et c) ont permis de connaître l'âge et la nature des roches sur

lesquelles elles se sont développées. Les cartes topographiques à 1/50 000 furent surtout utilisées pour établir la valeur de la pente moyenne des versants ainsi que leur distribution en fonction de leur altitude et de leur orientation.

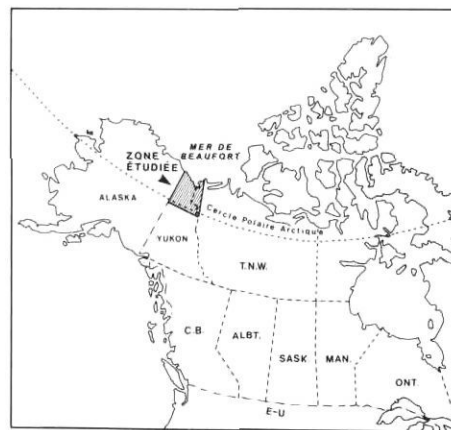
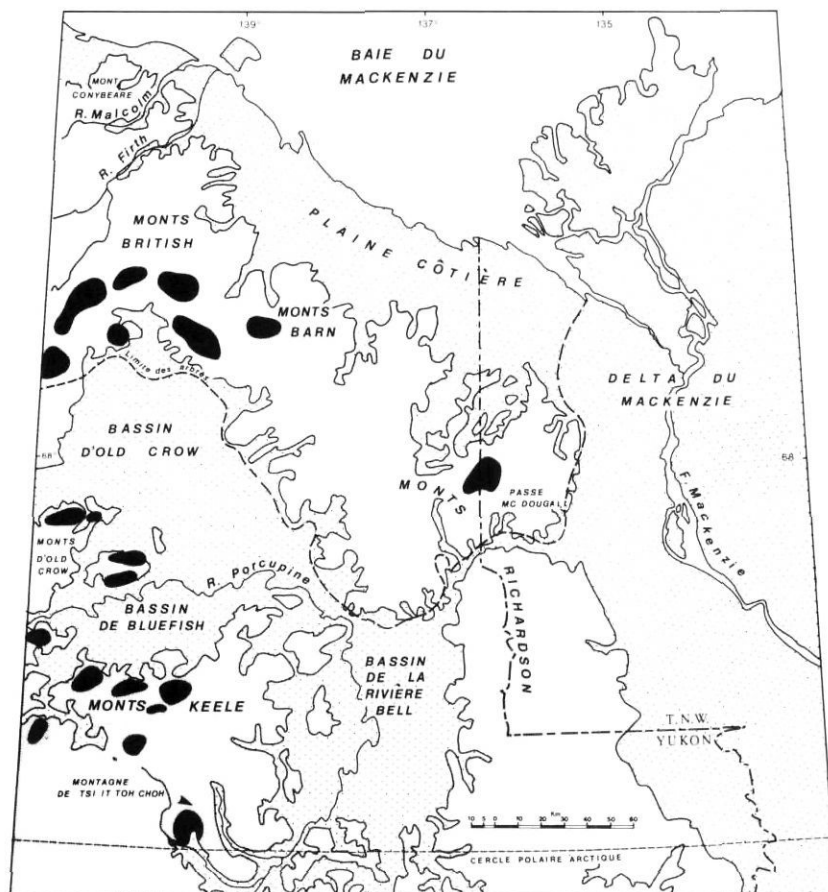
La genèse et l'âge relatif des terrasses de cryoplanation ont été déduits des observations concernant leur morphologie et leur distribution dans le paysage. Des datations à l'uranium, effectuées à l'université McMaster, sur des concrétions de calcite prélevées dans les cavernes des monts Keele, ont permis d'établir les premiers jalons d'une chronologie.

## CARACTÈRES RÉGIONAUX DES TERRASSES

### LES TERRASSES DANS LES MONTS D'OLD CROW

Les monts d'Old Crow correspondent à un batholite de granite dont l'auréole de roches métamorphiques est constituée de quartzites et d'argilites. Les sommets dominent de 600 m les bassins d'Old Crow au nord et de Bluefish au sud. Le contact entre les monts et les bassins s'effectue par des pédiments, qui par ailleurs pénètrent profondément à l'intérieur des monts (fig. 2).

Le climat de la région est très continental. Les données fournies par la station météorologique d'Environnement Canada à Old Crow indiquent une amplitude moyenne annuelle des températures de 52°C. Les précipitations sont de 205 mm/an, la moitié étant sous forme de neige (Woodrow, 1970). Le



- Relief de plaine
- Relief montagneux
- Zone riche en terrasses de cryoplanation
- limite des arbres

FIGURE 1. Carte de localisation.  
Location map.

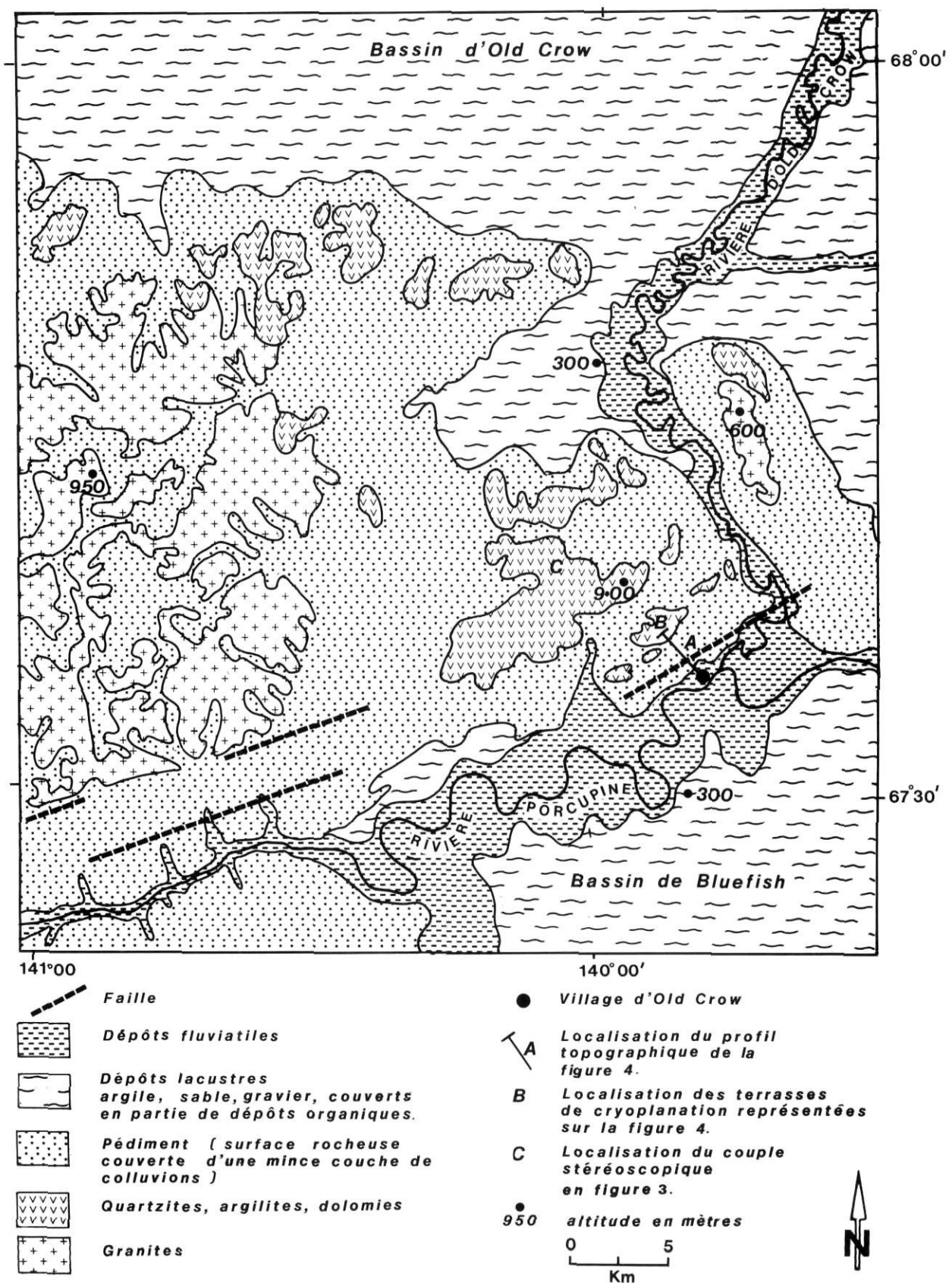


FIGURE 2. Géologie des monts Old Crow, modifiée d'après NORRIS (1977a).

Geomorphological sketch of the Old Crow Range, modified from NORRIS (1977a).



pergélisol est continu comme partout à l'intérieur des limites des différentes régions étudiées.

À l'aide de photographies aériennes, cent trente-trois terrasses localisées dans les argilites et les quartzites ont été dénombrées dans cette région. La figure 3 (couple stéréoscopique A22879 44-45) fournit un aperçu de quelques-unes des terrasses.

La géomorphologie de détail d'une des terrasses de cryoplanation située à proximité du sommet de la montagne, qui domine le village d'Old Crow, a été analysée. La terrasse mesure 200 m de long et 100 m de large. Orientée à l'est, elle est séparée du sommet plat, couvert de felsenmeer, par un talus haut de 10 m, incliné à 18°. Son matériel est formé uniquement de blocs anguleux couverts de lichens. Le replat comprend trois parties. La première, au pied du talus, est constituée de blocs emballés dans une abondante matrice limoneuse; sa pente est de 1°. La deuxième partie, au centre de la terrasse, comprend des géliformes à triage circulaire inactives, de 3 à 4 m de diamètre; la pente est de 3°. La troisième partie se situe à la périphérie; sa pente est de 5°. Le sol est strié. Les galets et les blocs, dépourvus de lichens, y sont redressés à la verticale. La gélifluxion semble être très active. Le replat se termine à l'aval par un autre talus semblable à celui situé en amont.

Un pédiment s'étend au pied du versant de la montagne (fig. 4). Sa surface s'incline doucement en direction de la rivière Porcupine. Son couvert végétal, constitué d'aulnes, de bouleaux et d'épinettes noires, y est très dense. Une zone de sources se trouve au contact avec le versant pierreux et dénudé; sa surface est fortement perturbée par suite du gel et dégel de l'eau à l'automne et au printemps.

Sur le pédiment, une eau claire s'écoule en juillet dans de petits ruisseaux de quelques centimètres de profondeur et quelques décimètres de largeur. Ils sont fréquemment interrompus par des barrages de matières végétales. Au-delà de ces barrages, l'eau forme d'autres ruisseaux qui, au bas du pédiment, se rejoignent et creusent des ravins qui se raccordent à la rivière Porcupine.

#### LES TERRASSES DANS LES MONTS KEELE

Dans les monts Keele, les terrasses sont souvent mal formées. Dans les montagnes au sud du bassin d'Old Crow, leur identification est incertaine, que ce soit sur les photographies aériennes ou bien sur le terrain (fig. 5). Quelques terrasses sur la montagne Tsi-it-toh-Choh font exception.

La montagne Tsi-it-toh-Choh correspond à un anticlinal de roches calcaires de 15 km de long, et de 5 km de large (fig. 6). Elle est bordée à l'est et à l'ouest par des dépressions

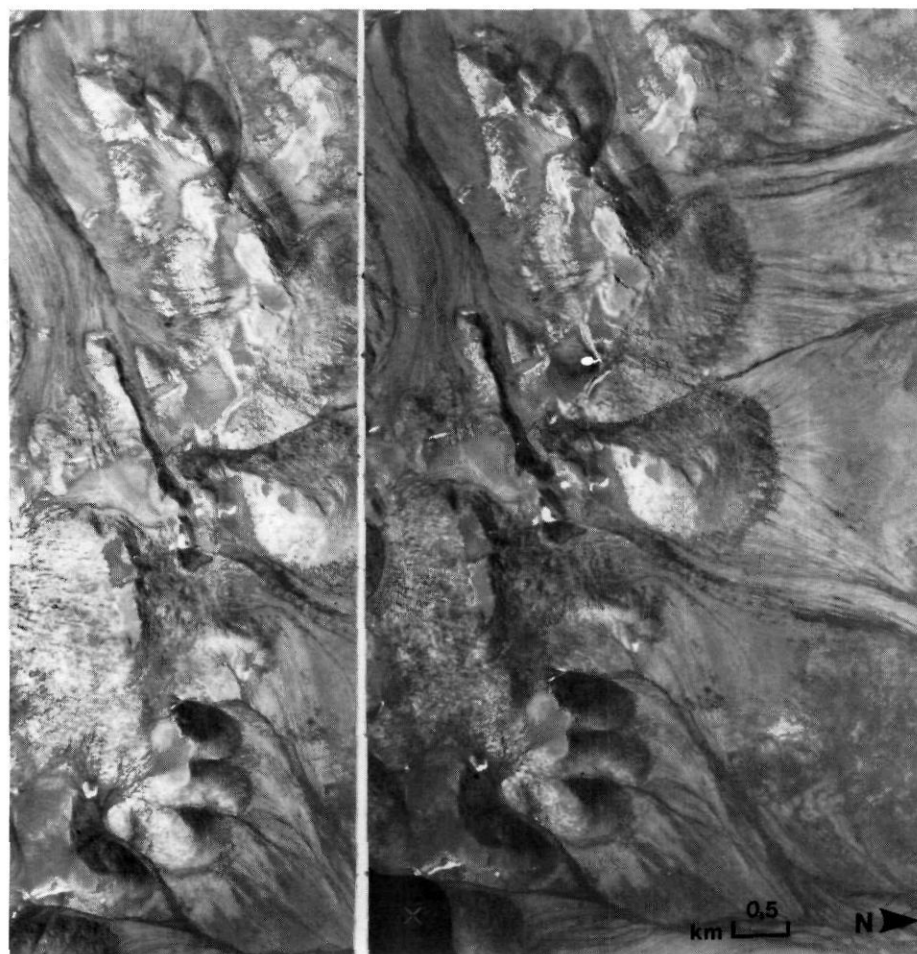


FIGURE 3. Terrasses de cryoplanation au NE des monts Old Crow. Couple stéréoscopique A22879 44-45 (Bibliothèque nationale de l'Air).

*Cryoplanation terraces, NE of the Old Crow Range. Photos A22879 44-45 (National Air Photo Library, E.M.R.).*

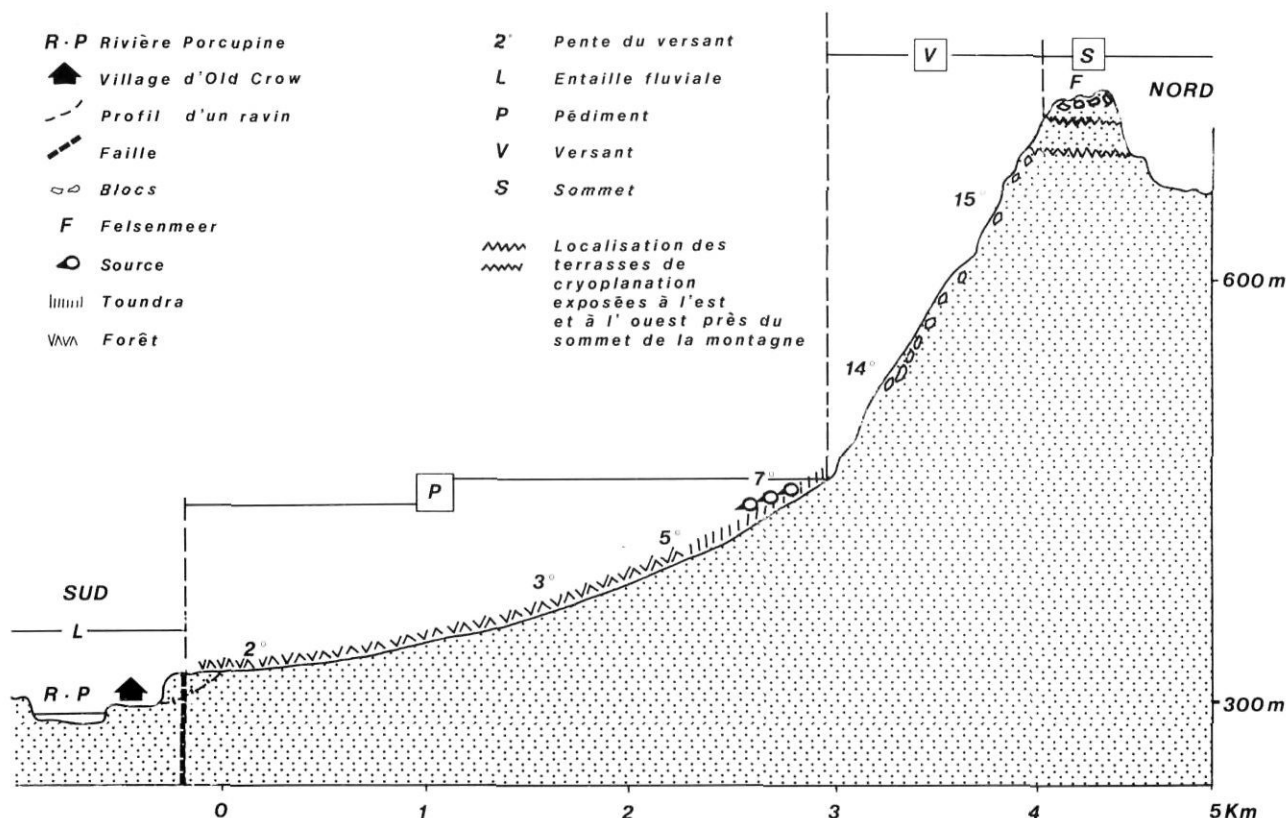


FIGURE 4. Profil transversal du pédiment situé sur le versant nord des monts d'Old Crow.

Cross-sectional profile of the pediment situated on the south slope of the Old Crow Range.



FIGURE 5. Mont Keele. Terrasses de cryoplanation? Keele Range. Cryoplanation terraces?

dont la surface correspond à des pédiments. La topographie du sommet de l'anticlinal est vallonnée. Des ravins de 200 à 300 m de profondeur et de 2 à 3 km de longueur ont entaillé les versants. Ils ont tronqué de nombreuses cavernes étonnamment riches en concrétions de calcite (Cinq-Mars et Lauriol, 1985; Roberge *et al.*, 1986; Thibaudeau, 1988).

Les terrasses situées sur le versant ouest de la montagne, vers 900 m d'altitude, sont partiellement érodées par un ravin

(fig. 7). Fait assez exceptionnel, leur surface a une pente de 0°. Dans le détail, celle-ci est irrégulière. Elle est accidentée de creux et de bosses décimétriques. Les creux sont parfois remplis d'eau, signe de la présence d'un sol gelé à faible profondeur. La terrasse est bordée par un bourrelet large de 1 à 2 m et haut de 20 à 30 cm. Il est constitué de galets emballés dans une importante matrice limoneuse. La végétation qui le recouvre, essentiellement des *Dryas*, est discontinue.

Le type de terrasses le plus fréquent dans la partie sommitale de la montagne Tsi-it-toh-Choh apparaît sur la figure 8. Les talus mesurent entre 2 et 5 m de hauteur, leur pente varie entre 15° et 45° et les replats ont une pente moyenne voisine de 6°. Aucune forme de cryoturbation n'y a été observée. La relation des terrasses avec la structure géologique n'est pas toujours visible, mais, dans de nombreux cas, il semble que la pente des replats soit la même que le pendage géologique et que la hauteur des talus corresponde à l'épaisseur des bancs de calcaire. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit de formes issues de l'érosion comme l'indique la présence très occasionnelle d'ostanets sur les replats (fig. 9).

#### LES TERRASSES DANS LES MONTS BRITISH ET BARN

Il y a environ 800 terrasses de cryoplanation dans la partie sud des monts British et Barn. Elles se sont développées dans des quartzites, des phyllites et surtout des dolomies du groupe Lisburn. Ces dernières couvrent 1854 km<sup>2</sup> et rassemblent 68 % des terrasses des monts British et Barn.

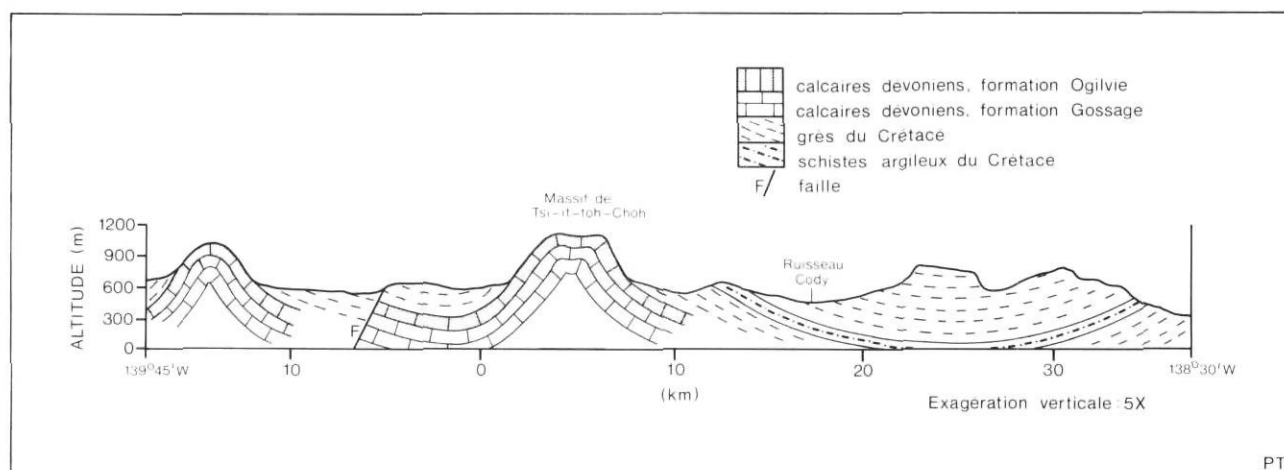


FIGURE 6. Coupe géologique de la montagne Tsi-it-toh-Choh.

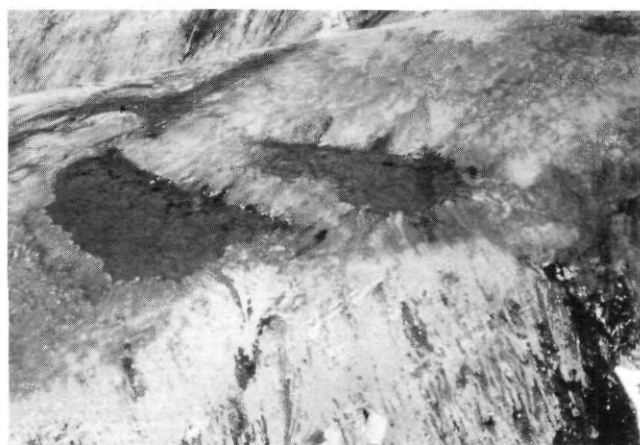
*Geological cross-section of Tsi-it-toh-Choh Hill.*

FIGURE 7. Terrasses de cryoplanation sur le versant ouest de la montagne Tsi-it-toh-Choh.

*Cryoplanation terraces on the west facing slope of Tsi-it-toh-Choh Hill.*

FIGURE 9. Débitage de blocs calcaires sur le talus amont d'une terrasse. À l'arrière plan, ostanets de 4 m de hauteur.

*Shattering of limestone rubble on the upper slope area of a terrace. In the background, a tor of 4 m in height.*

FIGURE 8. Terrasses de cryoplanation sur le sommet de la montagne Tsi-it-toh-Choh.

*Cryoplanation terraces on the upland of Tsi-it-toh-Choh Hill.*

Le paysage où les terrasses abondent correspond à un relief montagneux séparé par des bassins ou de larges vallées bordées de pédiments. La figure 10 (couple stéréoscopique A22974 234-235) illustre ce type de paysage.

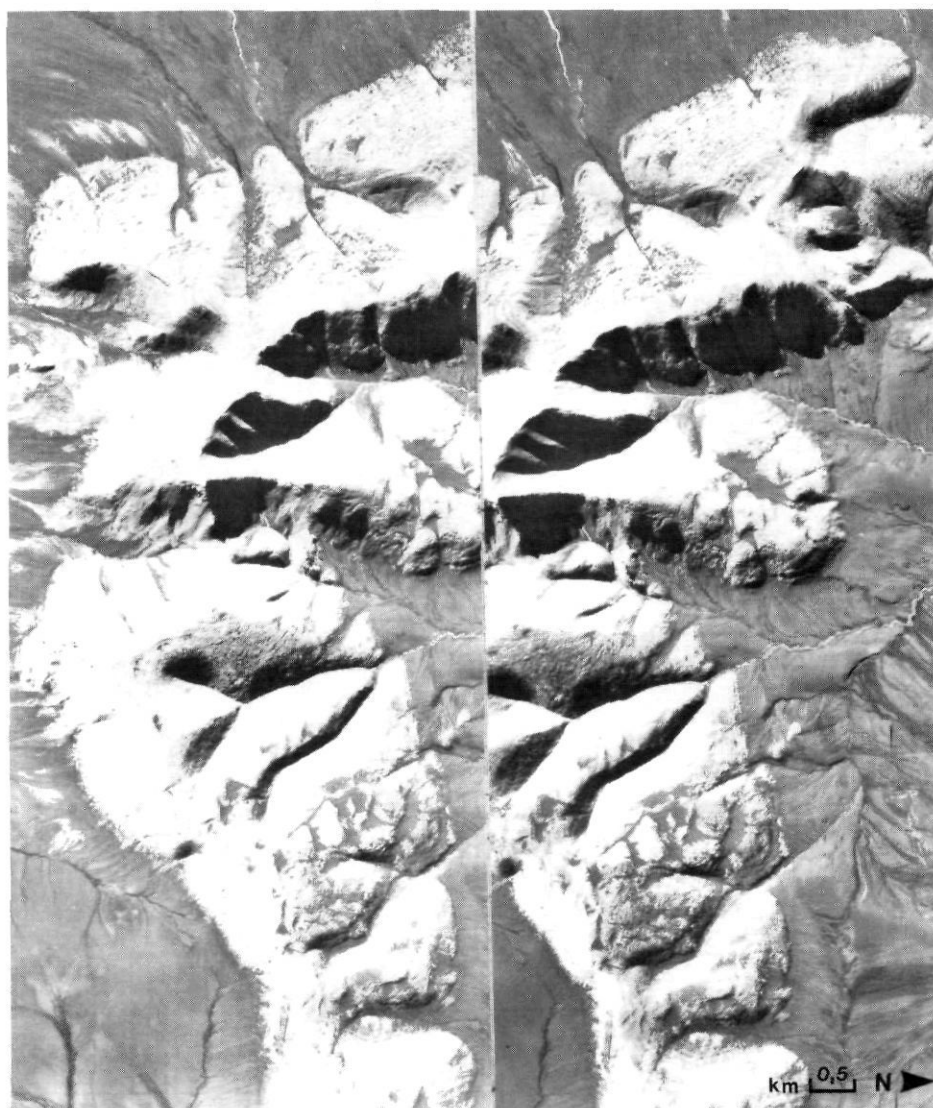
Dans la partie nord des monts British et Barn, les terrasses sont rares. Elles sont dispersées dans un paysage profondément disséqué par l'érosion fluviale. Quelques terrasses se situent sur les versants qui dominent la plaine côtière de la mer de Beaufort, tels ceux du mont Conybeare. D'autres terrasses sont localisées sur les versants de la vallée de la rivière Firth où de remarquables pédiments existent. Au total, moins de 100 terrasses ont été notées dans la partie nord des monts British et Barn. Elles se sont développées dans les argilites de la formation de Nerrokelk (Norris, 1977c).

#### LES TERRASSES DANS LES MONTS RICHARDSON

Dans les monts Richardson, les quelque 250 terrasses ne se localisent que dans les grès du groupe Bug Creek, au nord de la passe McDouglas. Les autres formations rocheuses

FIGURE 10. Terrasses de cryoplanation dans les monts British. Couple stéréoscopique A22974 234-235 (Bibliothèque nationale de l'Air).

*Cryoplanation terraces. British Mountains. Photos A22974 234-235 (National Air Photo Library. E.M.R.).*



en sont dépourvues, à notre connaissance. Le paysage dans les grès du groupe Bug Creek est un des seuls à offrir des surfaces élevées vallonnées modérément disséquées. La figure 11 (couple stéréoscopique A22885 89-90) illustre une partie de ce paysage situé un peu à l'est du Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest. Les terrasses y forment un escalier dont le degré le plus élevé se trouve au sommet de la colline. La neige accumulée contre les talus en fondant fournit un ruissellement dont les traces apparaissent sous la forme de traînées sombres sur le couple stéréoscopique.

Le climat dans la partie nord-est des monts Richardson est plus humide et plus frais en été que celui des régions de la périphérie du bassin d'Old Crow. Une bande de nuages se trouve fréquemment localisée dans cette zone en été. Elle est due à l'air du delta du Mackenzie qui se refroidit au contact de la chaîne montagneuse. Associée à des chutes de neige importantes en hiver, cette fraîcheur estivale rend compte de la grande abondance des plaques de neige résiduelles en juillet dans cette région et le maintien d'une activité périglaciaire

favorable à la planation sur les terrasses. C'est la seule région à l'intérieur des limites de l'étude où les terrasses paraissent actives.

### FACTEURS DE LOCALISATION DES TERRASSES

L'exposition et l'altitude des terrasses dans les monts d'Old Crow, British et Barn sont indiquées sur la figure 12. Il apparaît nettement que, dans ces trois régions, les terrasses se trouvent surtout entre 700-800 m d'altitude, sur des versants exposés au sud-ouest et au nord-est et, dans une moindre mesure, sur des versants est.

Un autre trait commun à la localisation des terrasses à travers la région étudiée est leur absence sur les versants formés par l'érosion fluviale. Quand une vallée a un profil en V, aucune terrasse ne s'y observe. En revanche, une vallée bordée de pédiments, telle la vallée de la rivière Firth, peut avoir des terrasses de cryoplanation sur ses versants.



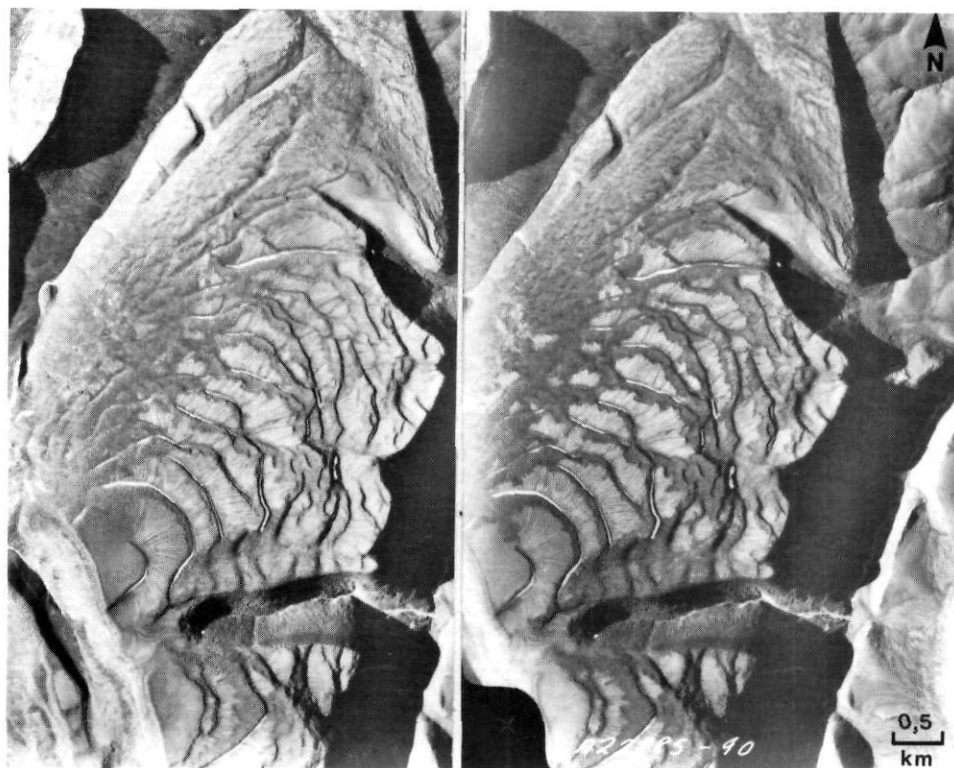


FIGURE 11. Terrasses de cryoplanation dans les monts Richardson. Couple stéréoscopique A22885 89-90 (Bibliothèque nationale de l'Air).

*Cryoplanation terraces. Richardson Photos A22885 89-89 (National Air Photo Library. E.M.R.).*

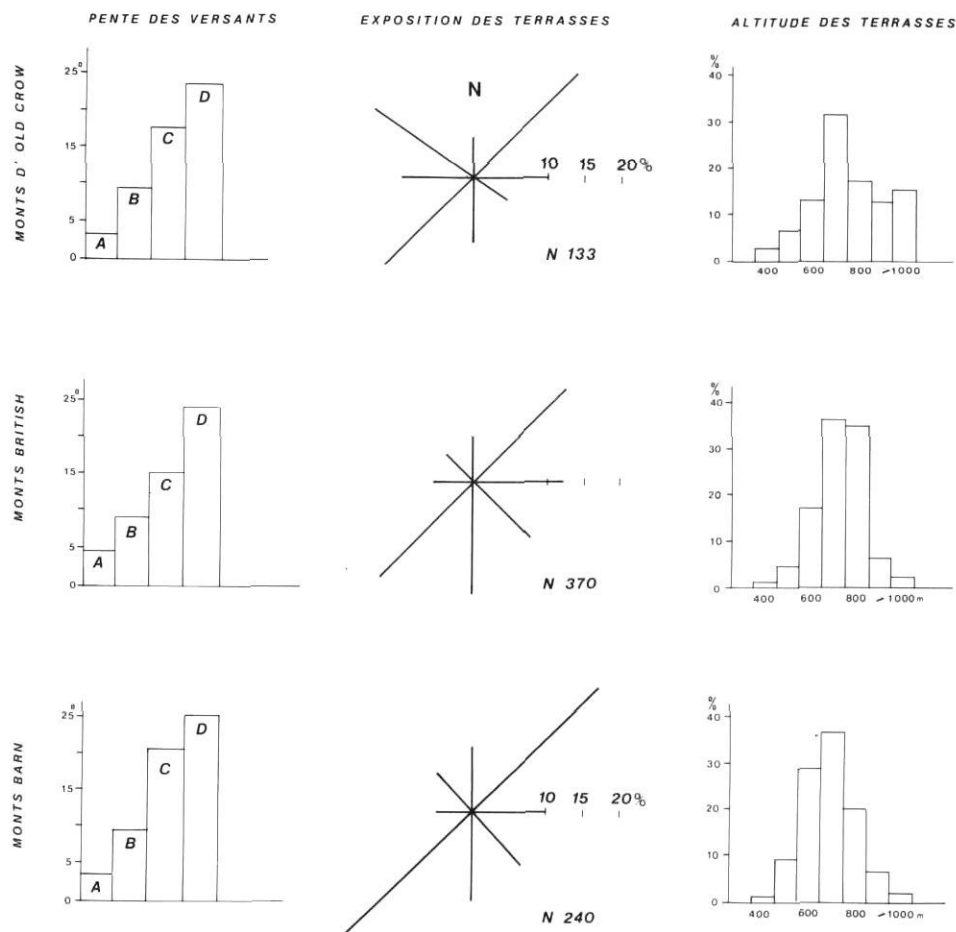


FIGURE 12. Altitude et exposition des terrasses, ainsi que A) la valeur de la pente moyenne des pédiments; B) la pente moyenne des versants avec terrasses et dominant un pédiment; C) la pente moyenne des versants dominant des pédiments, mais dépourvus de terrasses; D) la pente moyenne des versants de ravins.

*Elevation and orientation of cryoplanation terraces and A) average slope angle of the sediments; B) average angle of the slopes containing terraces and overlooking a pediment; C) average angle of the slopes without terraces and overlooking a pediment; D) average angle of ravine slopes.*

Les terrasses se situent toujours sur des plateaux vallonnés ou sur des versants dominant des pédiments. Dans les monts Richardson, les grès de Bug Creek forment des plateaux faillés ou légèrement plissés. L'érosion a emporté les roches qui les recouvraient. Au sud des monts Keele, les versants de la montagne Tsi-it-toh-Choh correspondent aux flancs d'un anticlinal et les sommets vallonnés, à une charnière anticlinale (fig. 6). Dans les monts d'Old Crow, Barn et British les montagnes sont constituées sûrement par des roches d'une lithologie ou d'une structure différente de celles des dépressions qui les entourent, mais les cartes géologiques ne sont pas assez précises pour le vérifier.

Bien que des pédiments se rencontrent en dehors des zones où se trouvent des terrasses de cryoplanation, là où ces dernières existent, la superficie qu'ils occupent est importante. À l'échelle locale, la relation pédiment-terrasse s'exprime par le fait que les versants, sur lesquels se sont développés des terrasses, dominent des pédiments de bassin ou de vallée. La pente des versants avec terrasses est en moyenne de 9°; elle est plus faible que celle des versants dépourvus de terrasses (fig. 12). Ce résultat se rapproche de celui de Demek (1969a) qui propose une valeur de pente de 7° pour les versants ayant des terrasses.

Il n'y a généralement pas de tors dans les montagnes où l'on trouve des terrasses de cryoplanation. Les monts d'Old Crow en fournissent un exemple. Les versants du batholite de granite sont dépourvus de terrasses, mais ils sont dominés par de remarquables tors d'une dizaine de mètres de hauteur. Au contraire les montagnes de quartzites et d'argilites sur les marges nord et est du batholite renferment un grand nombre de terrasses mais aucun tor. De même, dans les monts Barn et British, les terrasses abondent dans la partie sud, mais elles sont rares dans la partie nord. C'est l'inverse de la distribution des tors.

Au total, la nature lithologique des roches dans lesquelles les terrasses de cryoplanation se sont développées est assez variée. Ce sont des calcaires, des dolomies, des argilites et des quartzites. Ce n'est que dans ces types de roches que les terrasses se rencontrent. Les schistes, les granites, et les grès, sauf ceux du groupe Bug Creek, en sont dépourvus.

## GENÈSE DES TERRASSES

L'accumulation de la neige contre le talus amont de la surface des terrasses engendre des processus de mouvements de masse, de gélifraction et de ruissellement au printemps et en été, au moment de la fonte. Ces processus seraient responsables du façonnement des terrasses, d'après Peltier (1950), Washburn (1979), Demek (1969a et b), Tricart et Cailleux (1962) et St-Onge (1969). Il est ainsi possible que le grand nombre de terrasses de cryoplanation entre 700-800 m corresponde à l'altitude à laquelle les processus périglaciaires de planation ont été ou sont très actifs. La réduction du nombre de terrasses au-delà de 800 m s'expliquerait plus par une diminution des superficies de relief disponibles pour l'élaboration de terrasses que par une réduction de l'intensité des processus nivaux.

La prépondérance des terrasses sur les versants exposés au nord-est et au sud-ouest (fig. 12) n'est pas seulement liée à la direction des vents qui poussent la neige et l'accumulent à l'abri des talus. En effet, les axes structuraux dans la région sont principalement NO-SE. Ils favorisent ainsi la fréquence des expositions des terrasses au sud-ouest et au nord-est en augmentant les surfaces de relief disponibles suivant ces deux azimuts.

Les terrasses de la montagne Tsi-it-toh-Choh sont un cas particulier. En effet, alors que d'après Reger et Péwé (1976) la surface des terrasses a toujours la pente nécessaire à l'évacuation du matériel érodé, celles situées sur le versant de la montagne Tsi-it-toh-Choh sont horizontales et, de plus, bordées d'un bourrelet (fig. 7). La dissolution des calcaires au contact de l'eau issue de la fonte de la neige pourrait rendre compte de ces particularités morphologiques. L'exceptionnelle solubilité du calcaire de la montagne Tsi-it-toh-Choh a été mise en évidence par l'analyse chimique des eaux (Thibaudeau *et al.*, 1988; Thibaudeau, 1988) et par la présence de nombreuses cavernes (Cinq-Mars et Lauriol, 1985; Roberge *et al.*, 1986).

Alors que la surface horizontale des terrasses localisées sur le versant de la montagne Tsi-it-toh-Choh (fig. 7) entaille les couches de roches calcaires inclinées à environ 10°, celles situées au sommet de la même montagne paraissent se conformer à la structure géologique. Le débitage de blocs suivant des diaclases parallèles au talus pourrait ainsi jouer un rôle important (fig. 9). Les blocs fragmentés seraient évacués de la surface des terrasses sous l'effet de la reptation, de la gélifluxion ou de la dissolution. La présence fréquente de nappes d'eau de quelques centimètres de profondeur et de quelques mètres de long observées au pied des talus jouerait un rôle actif dans la gélifraction et la dissolution.

Les paysages en marches d'escalier sont fréquents dans les régions calcaires froides. Ils ont reçu le nom germanique de *Schichttreppen Karst*. Ils sont considérés en Grande-Bretagne comme une forme d'érosion glaciaire (Vincent, 1985). Une telle origine ne peut s'appliquer cependant à la région étudiée, car elle n'a pas subi de glaciation (Hughes, 1972).

Dans les monts Barn et British, de même que dans les montagnes situées au sud du bassin de Bluefish, certaines terrasses ne sont peut-être que des vestiges de pédiments. Comme on l'a observé précédemment, les terrasses dans ces régions sont toujours localisées sur des surfaces sommitales ou sur des versants qui dominent les pédiments. Il arrive même qu'à la base du versant certains replats se rattachent latéralement à ceux-ci, comme l'illustre la figure 13 (couple stéréoscopique A22879 240-241). Un abaissement de la surface des pédiments conduirait à isoler les replats et à en faire des terrasses. Dans ce cas, méritent-elles encore le nom de terrasses de cryoplanation? Très certainement, car les processus nivaux sont nécessaires à leur maintien sur les versants. Sans ces processus, ceux liés à la gravité les feraient probablement disparaître. Il est à noter que les terrasses de cette origine ne forment pas toujours un escalier sur les versants; de longues sections de versants rectilignes les séparent fréquemment (figs. 10 et 13). Le talus amont est alors développé dans la roche.

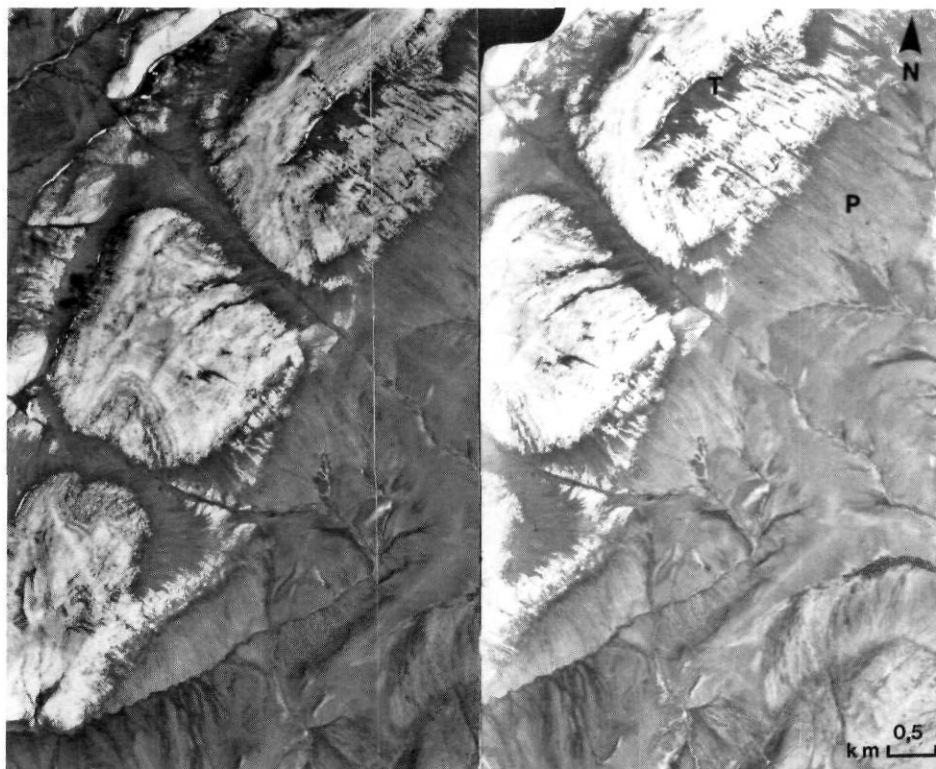


FIGURE 13. Terrasses de cryoplanation (T) et pédiments (P). Couple stéréoscopique A22879 240-241 (Bibliothèque nationale de l'Air).

*Cryoplanation terraces (T) and pediments (P). Photos A22879 240-241 (National Air Photo Library. E.M.R.).*

French (1987) se pose la question à savoir si les surfaces couvertes de pédiments dans les dépressions des monts British et Barn sont des paléoformes épigéniques, c'est-à-dire exposées depuis leur formation ou bien des *etch-formes*. Dans ce dernier cas, il s'agirait de formes d'érosion. L'hypothèse qu'une terrasse puisse être le vestige d'un pédiment implique évidemment que le relief soit façonné par l'érosion. Bien que la preuve n'ait pas été fournie pour les monts British et Barn, elle existe pour la montagne Tsi-it-toh-Choh. Sur sa surface, on a compté plus d'une centaine de galets de grès pouvant atteindre 20-25 cm de longueur. Leur émoussé arrondi et leur taille indiquent qu'ils ont été transportés par des cours d'eau ayant une certaine énergie. Leur lieu d'origine n'a pas encore été déterminé avec précision. Néanmoins, les affleurements de grès actuels sont plus bas que les sommets de la montagne Tsi-it-toh-Choh ou ils en sont séparés par une dépression de 8 km de longueur et 500 m de profondeur (fig. 6). En plus des galets, on a aussi trouvé trois blocs de grès de 1 m<sup>3</sup> environ, sur le sommet de la montagne. Ces blocs erratiques seraient les vestiges de la couverture de grès qui aurait recouvert la montagne. Cette hypothèse paraît plus vraisemblable que celle d'une origine glaciaire; au Quaternaire, les glaciers ne paraissent pas avoir dépassé les contreforts des monts Richardson, situés environ à 300 km à l'est de Tsi-it-toh-Choh.

Considérer que certaines terrasses de cryoplanation soient le vestige des pédiments implique évidemment que les versants où celles-ci existent n'ont pas ou sinon très peu reculé. Par conséquent, l'érosion du relief se serait produite comme le propose la théorie de Penck (1924).

### ÂGE DES TERRASSES

Le long du versant qui domine la plaine côtière de la mer de Beaufort, Rampton (1982) a observé que les terrasses de cryoplanation ne se trouvent qu'au-delà des limites de la dernière glaciation. Il leur attribue donc un âge contemporain ou plus ancien que celle-ci.

Dans la montagne Tsi-it-toh-Choh, quelques preuves laissent croire que les terrasses sont plus anciennes que le Sangamonien. En effet, parmi la trentaine de concrétions datées par la méthode de l'uranium, huit, prélevées près des entrées des cavernes, ont fourni un âge variant entre 60 et 110 ka. Dans les parties plus profondes, les âges sont plus vieux que 350 ka et même probablement plus vieux que 1,2 Ma (Lauriol et Ford, non publié). Cette distribution spatiale des concrétions pourrait s'expliquer par la disparition du pergélisol sur une certaine épaisseur à partir de la surface. Ce phénomène aurait permis une circulation de l'eau dans les fissures de la roche proche de la surface et un concrétionnement dans les grottes près des entrées, comme c'est actuellement le cas dans les cavernes de la Nahanni (Schroeder, 1977 et Ford, 1972). Comme l'entrée des cavernes se situe sur les versants de ravins, il est probable que ceux-ci existaient durant la dernière période chaude. Et de plus, comme les ravins entaillent hors de tout doute les terrasses de cryoplanation, celles-ci auraient déjà été là à cette époque.

Les cavernes permettent aussi de dater de façon relative les dépressions bordant à l'est et à l'ouest la montagne de Tsi-it-toh-Choh. En effet, la plus grande caverne de la montagne Tsi-it-toh-Choh, dénommée la Grande Caverne, se trouve au



pieu de la montagne à 700 m d'altitude. Il s'agit d'un très beau tube horizontal partiellement couvert de givre et de concrétions de calcite. Il mesure 70 m de long, 10 m de large et 4 m de haut. Il est actuellement obturé par de la glace (Lauriol *et al.*, 1988). Ses dimensions et sa situation indiquent qu'il s'agissait d'un collecteur majeur du réseau souterrain de galeries qui drainait la montagne. Cette caverne s'est mise en place alors que la dépression, qui borde la montagne à l'ouest, existait déjà. Comme certaines concrétions paraissent être plus vieilles que 1,2 Ma, l'âge de la dépression sur laquelle s'est développé le pédiment serait plus ancien que cette valeur.

L'ancienneté des pédiments a par ailleurs été mise en évidence dans la vallée de Bluefish. Cette vallée est bordée de pédiments dominés par des collines sur lesquelles s'observent ce qui semble être des terrasses de cryoplanation (fig. 5). Ces pédiments renferment des sédiments de couleur rose dont le contenu pollinique indique un âge de la fin du Tertiaire (Tarnocai, 1987). Il en résulte que les terrasses engendrées par la formation des pédiments pourraient être très anciennes.

## CONCLUSION

Les terrasses de cryoplanation sont une forme fréquente dans le nord du Yukon et de façon plus générale à l'intérieur des limites de la Bérिंगie. À l'aide de photographies aériennes, plus de 1 000 ont été identifiées à travers les monts Keele, Old Crow, Barn, British et Richardson. Leur distribution indique plusieurs caractéristiques communes. Toutes sont situées sur des versants dont la pente moyenne est voisine de 9°. Elles dominent toujours des pédiments et elles sont absentes des versants façonnés par l'érosion fluviale; de la même façon que dans la partie sud du Yukon, elles sont absentes des vallées glaciaires (Hughes, 1979). Les sommets des montagnes sur lesquelles elles sont nombreuses sont presque totalement dépourvus de tors et, inversement, les tors sont fréquents là où les terrasses sont rares. Peut-être que la hauteur des tors correspond, sur certaines montagnes, à la tranche érodée de roches dans laquelle auraient pu se développer les terrasses.

La gélifraction, la gélifluxion et le ruissellement aréolaire associés à l'existence de plaques de neige résiduelles sont parmi les processus les plus aptes à façonner les terrasses bien que l'efficacité des processus nivaux soit très discutable (Thorn, 1976). À côté de ces processus, la dissolution jouerait un rôle secondaire. Une meilleure datation des formes et une meilleure connaissance des dépôts de surface devraient apporter d'autres éléments de réponse dans une région du Canada où deux types de formes (pédiments et ravins) se juxtaposent d'une façon si remarquable et énigmatique dans le paysage.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient B. Hétu, M. Allard et D. St-Onge pour la critique et l'amélioration du manuscrit. Ils remercient également J. Cinq-Mars des Musées nationaux pour le soutien accordé au projet de recherche géomorphologique sur les massifs calcaires du nord du Yukon. Ce projet bénéficie de

l'aide financière du CRSNG et du ministère des Affaires indiennes et du Nord.

## RÉFÉRENCES

- Cinq-Mars, J. et Lauriol, B., 1985. Le karst de Tsi-It-Toh-Choh : notes préliminaires sur quelques phénomènes karstiques du Yukon septentrional. Colloque international de karstologie appliquée, Liège, 1984, Annales de la Société géologique de Belgique, 108 : 185-195.
- Demek, D. D., 1969a. Cryoplanation terraces, their geographical distribution, genesis and development. *Nakladatelstvi Ceskoslovenke Akademie*, 79 : 1-80.
- 1969b. Cryoplanation terraces in Yacutia. *Biuletyn Peryglacialny*, 17 : 91-116.
- Ford, D. C., 1972. Report to the National Parks upon the cave of the Nahanni River. Parcs Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord, Ottawa.
- French, H. M., 1987. Periglacial processes and landforms in the western Canadian Arctic, p. 27-47. In J. Boardman, éd., *Periglacial Processes and Landforms in Britain and Ireland*, 295 p.
- Hughes, O. L., 1972. Surficial Geology of Northern Yukon and Northwestern District of Mackenzie, Northwest Territories. Geological Survey of Canada, Paper 69-36, 11 p.
- 1979. Grey Hunter Peak. Surficial Geology and Geomorphology. Geological Survey of Canada, Map 3-1982 (1/100 000).
- Lauriol, B., Carrier, L. et Thibaudeau, P., 1988. Topoclimatic zones and ice dynamics in the caves of northern Yukon, Canada. Arctic (sous presse).
- Norris D. K., 1974. Structural geology and geological history of the northern Canadian Cordillera, p. 18-45. In *Proceedings of the 1973 National Convention, Calgary. Canadian Society of Exploration Geophysicists*.
- 1977a. Old Crow Territory, District of Mackenzie. Carte géologique 1518A (1/250 000).
- 1977b. Blow River and Davidson Mountains, Yukon Territory, District of Mackenzie. Carte géologique 1516A (1/250 000).
- 1977c. Herschel Island — Demarcation Point, Yukon Territory, District of Mackenzie. Carte géologique 1514A (1/250 000).
- Peltier, L. C., 1950. The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. *Annals of the Association of American Geographers*, 40 : 214-236.
- Penck, W., 1924. *Die morphologische Analyse*. Engelhorn, 210 p.
- Rampton, V. N., 1982. Quaternary Geology of the Yukon coastal plain. Geological Survey of Canada, Bulletin 317, 49 p.
- Reger, R. D., et Péwé, T. L., 1976. Cryoplanation terraces : indicators of a permafrost environment. *Quaternary Research*, 6 : 99-109.
- Roberge, J., Lauriol, B., Thibaudeau, P. et Cinq-Mars, J., 1986. Caractères des karsts arctiques du Yukon septentrional, p. 164-167. In IX<sup>e</sup> Congrès international de spéléologie, vol. 1.
- Schroeder, J., 1977. Les formes de glace des grottes de la Nahanni, T. N.-O., Canada. *Journal canadien des sciences de la Terre*, 14 : 1179-1185.
- St-Onge, D., 1969. Nivation Landforms. Geological Survey of Canada, Paper 69-30, 12 p.
- Tarnocai, C., 1987. Research in Yukon. *Livret guide de l'Excursion A20, XII<sup>e</sup> Congrès international de l'INQUA*.



- Thibaudeau, P., 1988. Quelques aspects de la géomorphologie karstique du bassin de la haute Porcupine, nord du Yukon. Thèse M.A., Université d'Ottawa, 117 p.
- Thibaudeau, P., Roberge, J. et Lauriol, B., 1988. L'agressivité chimique des eaux dans les massifs calcaires du nord du Yukon. *Revue de géomorphologie dynamique* (sous presse).
- Thorn, C. E., 1976. The geomorphic role of snow. *Annals of the Association of American Geographers*, 3: 414-425.
- Tricart, J. et Cailleux, A., 1962. Le modelé glaciaire et nival, SEDES, Paris, 508 p.
- Vincent, P., 1985. Quaternary Geomorphology of the Southern Lake District and Morecambe Bay area, p. 159-1767. *In* R. H. Johnson, édit., *Geomorphology of the North-West England*.
- Washburn, A. L., 1979. *Geocryology. A Survey of Periglacial Processes and Environments*. John Wiley, New York, 406 p.
- Wiken, E. B., Welch, D. M., Ironside, G. R., et Taylor, D. G., 1981. *The Northern Yukon: An Ecological Land Survey, Ecological Land Classification, Series 6*, Ottawa, 197 p.
- Woodrow, R. J., 1970. Climatic Analysis of Old Crow, Yukon. *Répertoire n° 1, Arctic Meteorology, Atmospheric Environmental Services*, 13 p.